

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-234012

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号
 H 0 4 N 7/08
 7/081
 G 0 6 T 1/00
 H 0 3 M 7/30

F I
 H 0 4 N 7/08 Z
 H 0 3 M 7/30 A
 G 0 6 F 15/66 B

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平9-35258

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月19日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 中川 章

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 数井 君彦

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 遠山 勉 (外1名)

最終頁に続く

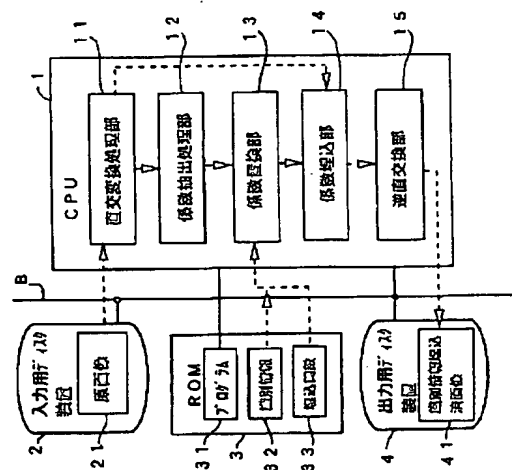
(54) 【発明の名称】 画像データへの識別情報埋め込み方法、識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出方法、画像データへの識別情報埋め込み装置、識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報

(57) 【要約】

【課題】 原画像データ無しに識別情報埋込済画像データからの識別情報抽出が可能な態様で、画像データに識別情報を埋め込むことができる画像データへの識別情報埋込装置を、提供する。

【解決手段】 直交変換処理部11は、 $N \times M$ 画素の原画像データ21に対して直交変換処理を施して、 $N \times M$ 個の重み係数をマトリックス状に配列してなる係数分布画像データを生成する。係数抽出処理部12は、この係数分布画像データから、識別情報をなす各信号に対応するL個の重み係数を、抽出する。係数置換部13は、各重み係数毎に、対応する識別情報の信号の値が出力値となる埋込関数の全ての入力値の中からその重み係数に最も近い値を特定し、特定した値によってその重み係数を置換する。係数埋込部14は、係数置換部13によって置換された重み係数を、係数分布画像データ中に埋め込む。逆直交変換部15は、係数埋込部14による埋込がなされた係数分布画像データに対して逆直交変換処理を実行する。

本発明の第1の実施形態による識別情報埋込を示すブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなる原画像データに、前記第1の個数以下の第2の個数の数値信号からなる識別情報を埋め込むための識別情報埋込方法であって、

互いに直交する基底関数の組み合わせを前記個々の数値信号に関連付けて第2の個数生成し、

前記基底関数の各組み合わせ毎に、原画像データ中の各画素の位置に対する直交する各基底関数の値とその画素の輝度値との積の総和を計算することによって、第2の個数の基底関数の組み合わせに夫々対応する第2の個数の重み係数を算出し、

前記各数値信号毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その出力値がその数値信号の数値と一致する複数の入力値のうちから、その数値信号に関連付けられた基底関数の組み合わせに対応する重み係数に最も近い入力値を特定し、前記第2の個数の重み係数の全てが、夫々について特定された前記入力値と同じ値となるように、前記画像データの画素値を変更することを特徴とする画像データへの識別情報埋込方法。

【請求項2】請求項1記載の画像データへの識別情報埋込方法によって前記識別情報が埋め込まれた処理対象画像データから、前記識別情報を抽出するための識別情報抽出方法であって、

互いに直交する基底関数の組み合わせを前記個々の数値信号に関連付けて第2の個数生成し、

前記基底関数の各組み合わせ毎に、処理対象画像データ中の各画素の位置に対する直交する各基底関数の値とその画素の輝度値との積の総和を計算することによって、第2の個数の基底関数の組み合わせに夫々対応する第2の個数の重み係数を算出し、

前記各重み係数毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その重み係数に対する前記埋込関数の値を算出することを特徴とする識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出方法。

【請求項3】第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなる原画像データに、前記第1の個数以下の第2の個数の数値信号からなる識別情報を埋め込むための識別情報埋込方法であって、

前記原画像データの各画素値に対して直交変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成し、

この係数分布データを構成する各重み係数から選択された第2の個数の重み係数を、夫々、何れかの前記数値信号に対応させ、

これら各数値信号毎に、前記重み係数が取りうる値を定

義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その出力値がその数値信号の数値と一致する複数の入力値のうちからその数値信号に対応する前記係数分布データ中の重み係数に最も近い入力値を特定し、特定した入力値によって前記係数分布データ中の当該重み係数を置換し、全ての数値信号に対応する重み係数の置換がなされた係数分布データに対して、逆直交変換を施すことを特徴とする画像データへの識別情報埋込方法。

10 【請求項4】請求項3記載の画像データへの識別情報埋込方法によって前記識別情報が埋め込まれた処理対象画像データから、前記識別情報を抽出するための識別情報抽出方法であって、

前記処理対象画像データの各画素値に対して直交変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成し、

この係数分布データから前記各数値信号に対応している第2の個数の重み係数を取り出し、

20 取り出された各重み係数毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その重み係数に対する前記埋込関数の値を算出することを特徴とする識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出方法。

【請求項5】第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなる原画像データに、前記第1の個数以下の第2の個数の数値信号からなる識別情報を埋め込むための識別情報埋込方法であって、

30 前記原画像データの各画素値に対して2次元離散コサイン変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる周波数分布データを生成し、

この周波数分布データを構成する各重み係数から選択された第2の個数の重み係数を、夫々、何れかの前記数値信号に対応させ、

これら各数値信号毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その出力値がその数値信号の数値と一致する複数の入力値のうちからその数値信号に対応する前記周波数分布データ中の重み係数に最も近い入力値を特定し、特定した入力値によって前記周波数分布データ中の当該重み係数を置換し、全ての数値信号に対応する重み係数の置換がなされた周波数分布データに対して、2次元逆離散コサイン変換を施すことを特徴とする画像データへの識別情報埋込方法。

【請求項6】請求項5記載の画像データへの識別情報埋込方法によって前記識別情報が埋め込まれた処理対象画像データから、前記識別情報を抽出するための識別情報抽出方法であって、

50 前記処理対象画像データの各画素値に対して2次元離散

コサイン変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる周波数分布データを生成し、この周波数分布データから前記各数値信号に対応している第2の個数の重み係数を取り出し、取り出された各重み係数毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その重み係数に対する前記埋込関数の値を算出することを特徴とする識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出方法。

【請求項7】前記埋込関数は、周期関数であることを特徴とする請求項1、3、5の何れかに記載の画像データへの識別情報埋込方法。

【請求項8】前記埋込関数は、周期関数であることを特徴とする請求項2、4、6の何れかに記載の識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出方法。

【請求項9】前記埋込関数は、連続した周期関数であることを特徴とする請求項1、3、5の何れかに記載の画像データへの識別情報埋込方法。

【請求項10】前記埋込関数は、連続した周期関数であることを特徴とする請求項2、4、6の何れかに記載の識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出方法。

【請求項11】前記埋込関数は、同じ出力値をとる複数の入力値同士の間隔が、入力値が小さい時には狭く、入力値が大きい時には広いことを特徴とする請求項1、3、5の何れかに記載の画像データへの識別情報埋込方法。

【請求項12】前記埋込関数は、同じ出力値をとる複数の入力値同士の間隔が、入力値が小さい時には狭く、入力値が大きい時には広いことを特徴とする請求項2、4、6の何れかに記載の識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出方法。

【請求項13】第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなる原画像データに、前記第1の個数以下の第2の個数の数値信号からなる識別情報を埋め込むための識別情報埋込装置であって、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を保持する埋込関数保持手段と、前記原画像データの各画素値に対して直交変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成する直交変換手段と、この係数分布データを構成する各重み係数から選択された第2の個数の重み係数を、夫々、何れかの前記数値信号に対応させるとともに、これら各数値信号毎に、前記埋込関数の出力値がその数値信号の数値と一致する複数の入力値のうちからその数値信号に対応する前記係数分布データ中の重み係数に最も近い入力値を特定し、特定した入力値によって前記係数分布データ中の当該重み係

数を置換する重み係数置換手段と、

この重み係数置換手段によって重み係数の置換がなされた係数分布データに対して逆直交変換を施す逆直交変換手段とを備えたことを特徴とする画像データへの識別情報埋込装置。

【請求項14】請求項13記載の画像データへの識別情報埋込装置によって前記識別情報が埋め込まれた処理対象画像データから、前記識別情報を抽出するための識別情報抽出装置であって、

10 前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を保持する埋込関数保持手段と、前記処理対象画像データの各画素値に対して直交変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成する直交変換手段と、この係数分布データから前記各数値信号に対応している第2の個数の重み係数を取り出す取出手段と、取り出された各重み係数毎に、前記埋込関数の値を算出する算出手段とを備えたことを特徴とする識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出装置。

【請求項15】コンピュータに対して、第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなる原画像データの各画素値に対して直交変換を施させて、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成させ、この係数分布データを構成する各重み係数から選択された第2の個数の重み係数を、夫々、第2の数値信号からなる識別情報の何れかの数値信号に対応させ、これら各数値信号毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照させ、その出力値がその数値信号の数値と一致する複数の入力値のうちからその数値信号に対応する前記係数分布データ中の重み係数に最も近い入力値を特定させ、特定した入力値によって前記係数分布データ中の当該重み係数を置換させ、前記識別情報の全ての数値信号に対応する重み係数の置換がなされた係数分布データに対して、逆直交変換を施させるプログラムを格納したコンピュータ可読媒体。

【請求項16】コンピュータに対して、第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなるとともに第2の個数の数値信号からなる識別情報が埋め込まれている処理対象画像データの各画素値に対して直交変換を施させて、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成させ、この係数分布データから前記各数値信号に対応している第2の個数の重み係数を取り出させ、取り出された各重み係数毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照させ、その重み係数に対する前記埋込関数の値を算出させるプロ

グラムを格納したコンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、通信回線等の各種媒体を通じて流通されるデジタル画像データ中に著作権者等の権利者を示す識別情報を埋め込む技術、及び、このようなデジタル画像データから識別情報を抽出する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年のデジタル技術の発展やマルチメディア社会の発展とともに、様々な情報がデジタルデータに変換され、通信網、衛星通信、CD-ROM等の各種の媒体を介して広く流通されるようになってきている。このようなマルチメディア社会におけるデジタルデータの流通には、不可避免的に、デジタルデータの複製の問題が伴っている。

【0003】このデジタルデータの複製は適法な範囲であるならばマルチメディア社会における文化の発展に寄与し得るが、それが直接商業上利用される場合の様に不正使用に該当する場合には、デジタルデータが劣化無く複製可能であることから、権利者（著作者、著作権者、出版権者、著作隣接権の権利者、等）の利益損失が甚大なものとなる虞がある。

【0004】そのため、画像データに関しては、従来、識別情報を外見上認識困難な態様でデータ中に埋め込むことによってこの画像データが不正に複製された際の証拠とするための技術が、提案されている。例えば、J. Cox et al. "Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia", NEC Reserch Institute, Technical Report 95-10では、以下のような技術が提案されている。即ち、この技術によると画像データが直交変換され、変換によって得られた各基底関数の重み係数のうち識別情報の各ドット位置に対応する複数の重み係数が選択され、選択された各重み係数の値に識別情報の各ドットの値が加算され、加算後の係数を含む全ての重み係数に対して逆直交変換が施され、その結果、識別情報埋込済画像データが生成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の技術によると、元の（識別情報埋込み前の）画像データを直交変換して得られた重み係数は種々の値をとり得るので、識別情報埋込済画像データを直交変換して得られた各重み係数のうちから識別情報の各ドットの値が加算されているものを特定することは不可能であった。そのため、上述した技術を実施するには、元の画像データと識別情報埋込済画像データとを夫々保存・管理しておくとともに、複製物が現れたときには、保存・管理している識別情報埋込済画像を直交変換して得られた各重み係数から元の画像データを直交変換して得られた各重み係数を減算することによって識別情報の各ドッ

トの値を抽出すると同時に、複製物を直交変換して得られた各重み係数から元の画像データを直交変換して得られた各重み係数を減算することによって識別情報の各ドットの値を抽出し、両識別情報の同一性を証明しなければならなかった。

【0006】このように、従来の技術によると識別情報埋込済画像データ及び原画像データを二重に保存・管理しなければならなかったので、データ管理や検出時の証明作業が煩雑であるとともに、流通されるデータ量に比して2倍の記憶装置が必要となっていた。このような問題は、1000枚程度の画像データを扱うデータベースや新聞のデータベースの様にデータを頻繁に更新しなければならないデータベースの場合に、特に、深刻である。

【0007】なお、このデータの二重管理の問題を避けるために、原画像を直交変換して得られた重み係数の一部を識別情報の値そのものに置換してしまうことも考えられるが、このような置き換えは、逆直交変換後の画像の画質を著しく悪化させてしまうとともに、画像データを直交変換するだけで直ちに識別情報が複製者に認識されてデータの書換がなされてしまう虞がある。

【0008】そこで、本発明の課題は、以上の問題に鑑み、原画像データ無しに識別情報埋込済画像データからの識別情報抽出が可能であり且つ複製者に認識不可能な態様で、画像画質を劣化させることなく画像データに識別情報を埋め込むことができる画像データへの識別情報埋込方法及び装置、この方法又は装置によって識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出方法及び装置、並びに、コンピュータをこのような識別情報埋込装置又は識別情報抽出装置として機能させるプログラムを格納したコンピュータ可読媒体に関する。

【0009】

【課題を解決するための手段】各請求項記載の発明は、上記課題を解決するためになされたものである。即ち、請求項1記載の発明は、図1の原理図に示した通り、第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなる原画像データに、前記第1の個数以下の第2の個数の数値信号からなる識別情報を埋め込むための識別情報埋込方法であって、互いに直交する基底関数の組み合わせを前記個々の数値信号に関連付けて第2の個数生成し（S1）、前記基底関数の各組み合わせ毎に、原画像データ中の各画素の位置に対する直交する各基底関数の値とその画素の輝度値との積の総和を計算することによって、第2の個数の基底関数の組み合わせに夫々対応する第2の個数の重み係数を算出し（S2）、前記各数値信号毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その出力値がその数値信号の数値と一致する複数の入力値のうちから、その数値信号に関連付けられた基底関数の組み合わせに対応する重み係数に最

も近い入力値を特定し（S3）、前記第2の個数の重み係数の全てが、夫々について特定された前記入力値と同じ値となるように、前記画像データの画素値を変更する（S4）ことを特徴とする。

【0010】このように、本発明によると、識別情報の数値情報が直接重み係数に埋め込まれるのではなく、この数値情報を出力値とする埋込関数の複数の入力値のうち本来の重み係数の値に最も近いものが、この重み係数に置換される。従って、置換前後における重み係数の値の差分は、非常に小さくて済む。従って、画素値の変更後における画像データの画質をあまり劣化させることがない。また、画素値の変更後における重み係数は、埋込関数によって識別情報を構成する数値情報の何れかの数値と対応しているため、原画像データがなくても、画素値の変更後における画像データから識別情報を抽出することができる。さらに、第三者は、重み係数を計算したとしても、埋込関数を知らなければ、各重み係数がどのような数値に対応しているかを探知することができない。従って、第三者は、識別情報の内容を知ることが不可能なので、この識別情報の改変を行うことはできない。

【0011】原画像データの画素値は、白黒画像の輝度値、RGB信号の各色信号の輝度値、又はYCC信号の輝度値であっても良いし、YCC信号の色差値であっても良い。

【0012】原画像データのドット数は、縦横同数であっても良いし、縦横に異なっても良い。識別情報の各数値信号がとりうる数値は、二値であっても良いし、それ以上の値であっても良い。

【0013】識別情報の各数値信号は、ライン状に並んで配置されていても良いし、マトリックス状に配置された画像情報であっても良い。重み係数の算出は、識別情報の各数値信号に対応する基底関数の組み合わせに対してのみ行われても良いし、直交変換に従って、全ての基底関数の組み合わせに対して行われても良い。前者によれば、重み係数の算出処理の処理総数が少なくなる。後者によれば、識別情報の各数値信号に対応する基底関数の組み合わせに対する重み係数を特定された入力値に置換した後に、全ての重み係数に対して逆直交変換をするだけで、画像データの画素値を変更することができる。この直交変換としては、2次元離間コサイン変換、2次元離散サイン変換、2次元アダマール変換を用いることができる。

【0014】埋込関数は、関数式の形態で保持されていても良いし、複数の入力値に対する一つの出力値の関係を規定したテーブルの形態で保持されていても良い。また、埋込関数は、多対一関数である限り、周期関数であっても周期関数で無くても良い。周期関数であれば、関数式が単純となるので、本発明を実施する装置が簡略化できる。即ち、埋込関数の1周期中における識別情報の

各数値信号の数値との交点を求めさえすれば、それらの交点を周期の整数倍だけずらした点毎に解があるので、入力値の特定が容易になる。なお、画素値の変更後における画像データの画質の観点から考えると、重み係数が大きな成分ほど、その重み係数の値を変更しても、この変更による誤差が主観的に見え難くなる。また、変更の度合いが大きい程、様々な画像データの改変に対する耐性が強くなる。ここで、変更の度合いを大きくするためには、埋込関数の周期を大きくすれば良い。このことから、より大きな重み係数に対しては、より大きく重み係数の値を変更し、より小さな重み係数に対しては、より小さく重み係数の値を変更するように、重み係数の値が大きくなるにつれて周期が大きくなるような埋込関数を使用しても良い。

【0015】請求項2記載の発明は、請求項1記載の画像データへの識別情報埋込方法によって前記識別情報が埋め込まれた処理対象画像データから、前記識別情報を抽出するための識別情報抽出方法であって、互いに直交する基底関数の組み合わせを前記個々の数値信号に関連付けて第2の個数生成し、前記基底関数の各組み合わせ毎に、処理対象画像データ中の各画素の位置に対する直交する各基底関数の値とその画素の輝度値との積の総和を計算することによって、第2の個数の基底関数の組み合わせに夫々対応する第2の個数の重み係数を算出し、前記各重み係数毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その重み係数に対する前記埋込関数の値を算出することを特徴とする。

【0016】請求項3記載の発明は、第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなる原画像データに、前記第1の個数以下の第2の個数の数値信号からなる識別情報を埋め込むための識別情報埋込方法であって、前記原画像データの各画素値に対して直交変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成し、この係数分布データを構成する各重み係数から選択された第2の個数の重み係数を、夫々、何れかの前記数値信号に対応させ、これら各数値信号毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その出力値がその数値信号の数値と一致する複数の入力値のうちからその数値信号に対応する前記係数分布データ中の重み係数に最も近い入力値を特定し、特定した入力値によって前記係数分布データ中の当該重み係数を置換し、全ての数値信号に対応する重み係数の置換がなされた係数分布データに対して、逆直交変換を施すことを特徴とする。

【0017】請求項4記載の発明は、請求項3記載の画像データへの識別情報埋込方法によって前記識別情報が埋め込まれた処理対象画像データから、前記識別情報を

抽出するための識別情報抽出方法であって、前記処理対象画像データの各画素値に対して直交変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成し、この係数分布データから前記各数値信号に対応している第2の個数の重み係数を取り出し、取り出された各重み係数毎に、前記重み係数を取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その重み係数に対する前記埋込関数の値を算出することを特徴とする。

【0018】請求項5記載の発明は、第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなる原画像データに、前記第1の個数以下の第2の個数の数値信号からなる識別情報を埋め込むための識別情報埋込方法であって、前記原画像データの各画素値に対して2次元離散コサイン変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる周波数分布データを生成し、この周波数分布データを構成する各重み係数から選択された第2の個数の重み係数を、夫々、何れかの前記数値信号に対応させ、これら各数値信号毎に、前記重み係数を取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その出力値がその数値信号の数値と一致する複数の入力値のうちからその数値信号に対応する前記周波数分布データ中の重み係数に最も近い入力値を特定し、特定した入力値によって前記周波数分布データ中の当該重み係数を置換し、全ての数値信号に対応する重み係数の置換がなされた周波数分布データに対して、2次元逆離散コサイン変換を施すことを特徴とする。

【0019】請求項6記載の発明は、請求項5記載の画像データへの識別情報埋込方法によって前記識別情報が埋め込まれた処理対象画像データから、前記識別情報を抽出するための識別情報抽出方法であって、前記処理対象画像データの各画素値に対して2次元離散コサイン変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる周波数分布データを生成し、この周波数分布データから前記各数値信号に対応している第2の個数の重み係数を取り出し、取り出された各重み係数毎に、前記重み係数を取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照し、その重み係数に対する前記埋込関数の値を算出することを特徴とする。

【0020】請求項7記載の発明は、請求項1、3、5の何れかにおける埋込関数が、周期関数であることで、特定したものである。請求項8記載の発明は、請求項2、4、6の何れかにおける埋込関数が、周期関数であることで、特定したものである。

【0021】請求項9記載の発明は、請求項1、3、5の何れかにおける埋込関数が、連続した周期関数であることで、特定したものである。請求項10記載の発明

は、請求項2、4、6の何れかにおける埋込関数が、連続した周期関数であることで、特定したものである。

【0022】請求項11記載の発明は、請求項1、3、5の何れかにおける埋込関数の同じ出力値をとる複数の入力値同士の間隔が、入力値が小さい時には狭く、入力値が大きい時には広いことで特定したものである。

【0023】請求項12記載の発明は、請求項2、4、6の何れかにおける埋込関数の同じ出力値をとる複数の入力値同士の間隔が、入力値が小さい時には狭く、入力値が大きい時には広いことで特定したものである。

【0024】請求項13記載の発明は、第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなる原画像データに、前記第1の個数以下の第2の個数の数値信号からなる識別情報を埋め込むための識別情報埋込装置であって、前記重み係数を取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を保持する埋込関数保持手段と、前記原画像データの各画素値に対して直交変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成する直交変換手段と、この係数分布データを構成する各重み係数から選択された第2の個数の重み係数を、夫々、何れかの前記数値信号に対応させるとともに、これら各数値信号毎に、前記埋込関数の出力値がその数値信号の数値と一致する複数の入力値のうちからその数値信号に対応する前記係数分布データ中の重み係数に最も近い入力値を特定し、特定した入力値によって前記係数分布データ中の当該重み係数を置換する重み係数置換手段と、この重み係数置換手段によって重み係数の置換がなされた係数分布データに対して逆直交変換を施す逆直交変換手段とを備えたことを特徴とする。

【0025】請求項14記載の発明は、請求項13記載の画像データへの識別情報埋込装置によって前記識別情報が埋め込まれた処理対象画像データから、前記識別情報を抽出するための識別情報抽出装置であって、前記重み係数を取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を保持する埋込関数保持手段と、前記処理対象画像データの各画素値に対して直交変換を施して、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成する直交変換手段と、この係数分布データから前記各数値信号に対応している第2の個数の重み係数を取り出す取出手段と、取り出された各重み係数毎に、前記埋込関数の値を算出する算出手段とを、備えたことを特徴とする。

【0026】請求項15記載の発明は、コンピュータに対して、第1の個数の画素値をマトリックス状に並べてなる原画像データの各画素値に対して直交変換を施させて、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べてなる係数分布データを生成させ、この係数分布データを構成する各重み係数から選択された第2の個数の重み係数

を、夫々、第2の数値信号からなる識別情報の何れかの数値信号に対応させ、これら各数値信号毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照させ、その出力値がその数値信号の数値と一致する複数の入力値のうちからその数値信号に対応する前記係数分布データ中の重み係数に最も近い入力値を特定させ、特定した入力値によって前記係数分布データ中の当該重み係数を置換させ、前記識別情報の全ての数値信号に対応する重み係数の置換がなされた係数分布データに対して、逆直交変換を施させるプログラムを格納したコンピュータ可読媒体であることを、特徴とする。

【0027】請求項16記載の発明は、コンピュータに対して、第1の個数の画素値をマトリックス状に並べるとともに第2の個数の数値信号からなる識別情報た埋め込まれている処理対象画像データの各画素値に対して直交変換を施させて、第1の個数の重み係数をマトリックス状に並べた係数分布データを生成させ、この係数分布データから前記各数値信号に対応している第2の個数の重み係数を取り出させ、取り出された各重み係数毎に、前記重み係数が取りうる値を定義域に含むとともに前記数値信号が取りうる数値を値域に含む多対一関数である埋込関数を参照させ、その重み係数に対する前記埋込関数の値を算出させるプログラムを格納したコンピュータ可読媒体であることを、特徴とする。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて、本発明の実施の形態を説明する。本発明による画像データへの識別情報埋込方法及び装置の実施の形態である埋込用コンピュータ、及び識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出方法及び装置の実施の形態である抽出用コンピュータは、以下に説明するように、従来公知のあらゆる種類の直交変換処理及び逆直交変換処理を使用することができ、且つ、あらゆる大きさの原画像及び識別情報（但し、識別情報≦原画像）を処理できる様に、構成されている。

（識別情報埋込及び抽出の概略）まず、本実施形態の具体的構成の説明を行う前に、本実施形態による画像データへの識別情報埋め込みの原理、及び識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出の概略を説明する。

【0029】ここでは、識別情報埋込対象の原画像データ（モノクローム画像データ、若しくは、NTSCカラー画像データから抽出された輝度データ等）が、 $N \times N$ 個の画素から構成されているとする。そして、埋込対象の識別情報は、夫々所定の値が与えられた L （ $L \leq N \times M$ ）個の信号からなるデータであるとする。

【0030】埋込用コンピュータは、上述した原画像データの全体、又は原画像データを分割して得られた複数のブロック（但し、各ブロックの画素数は L 個以上）の

夫々に対して、直交変換を行う。原画像を分割して各ブロックに対して直交変換を行うのは、埋込処理が施された画像が部分的に切り取られて複製された場合でも署名画像を劣化無く抽出するためである。但し、個々の部分画像の大きさを小さくしすぎると、埋込処理が施された画像が劣化してしまうので、 8×8 画素以上としておくことが望ましい。

【0031】直交変換に際しては、識別情報の各信号に対して関連付けられた互いに直交する基底関数の組合せが L 個用意される。そして、それぞれの基底関数の組合せ毎に、原画像データの各画素の位置に対する直交する各基底関数の値とその輝度値との積の総和を計算して、夫々の基底関数の組合せの重み係数を求める。なお、ここで、「直交する」とは、 $N \times M$ 個の画素からなる原画像又はブロック内において、各基底関数の変数の方向が互いに直交していることを言う。

【0032】次に、埋込用コンピュータは、識別情報を構成する各信号の値を、予め関連付けられている基底関数の組合せの重み係数に、夫々埋め込む。このとき、埋込用コンピュータは、各信号の値を直接重み係数に加算したり重み係数に上書きするのではなく、各信号毎に所定の埋込関数を用意し、この埋込関数により各信号の値に対応する値を、元の重み係数に置き換える。

【0033】各信号毎に用意される埋込関数は、各信号毎に夫々異なった定義の関数であっても良いし、各信号に共通の定義の関数であっても良い。何れの場合であっても、各埋込関数は、重み係数が取りうる値をその定義域の中に含み、識別情報の各信号がとり得る値をその値域の中に含む。また、各埋込関数は、定義域に含まれる複数の入力値が同一の出力値に対応する多対一関数である。具体的には、この埋込関数としては、単純な関数であれば処理が単純化するので、例えば下記式（1）に示されるような周期関数（同じ出力値をとる複数の入力値同士の間隔が、入力値が小さい時には狭く、入力値が大きい時には広い連続した周期関数）が望ましい。

【0034】

【数1】

$$f(x) = A \cdot \sin\left(\frac{x}{T}\right) \quad \dots\dots (1)$$

【0035】埋込用コンピュータは、識別情報を構成する各信号毎に、その信号の値を出力値とする埋込関数の全ての入力値を逆算する。そして、算出された全ての入力値のうちから、その信号に予め対応付けられている基底関数の組合せの重み係数との差が最も小さくなるものを特定し、特定された入力値を元の重み係数の値に置き換える。

【0036】その後で、埋込用コンピュータは、直交変換後における各基底関数の組合せの重み係数の値が置換え後の値となるように、原画像データ又はブロックの各画素の値を書き換える。このようにして識別情報埋込済

画像データが得られる。なお、上述したように重み係数の値の置き換えによる変化量が最小限に抑えられているので、識別情報埋込済画像データの劣化は、最小限度に留められる。また、第三者が識別情報埋込済画像データを直交変換したとしても、埋込関数を知らなければ、識別情報の各信号の値を知ることはできないので、この識別情報を改変することは不可能である。

【0037】抽出用コンピュータは、処理対象画像データの全体、又は処理対象画像データを分割して得られた複数のブロック（但し、各ブロックの画素数はL個以上）の夫々に対して、直交変換を行う。このとき、原画像データへの識別情報の埋込時と同様に、識別情報の各信号に対して関連付けられた互いに直交する基底関数の組合せがL個用意される。そして、それぞれの基底関数の組合せ毎に、処理対象画像データの各画素の位置に対する直交する各基底関数の値とその輝度値との積の総和が計算され、夫々の基底関数の組合せの重み係数が求められる。なお、通常、これらの基底関数としては、原画像データへの識別情報の埋込時のものと同様のものが用いられる。

【0038】抽出用コンピュータは、求められた各重み係数を対応する埋込関数に入力して、出力値を求める。そして、このようにして求められた埋込関数の各出力値を、対応する重み係数に対して予め関連付けられている識別情報の信号の並び順通りに並べる。すると、処理対象画像データが識別情報埋込済画像データであれば、並べられた出力値は、識別情報と一致する。このように、抽出用コンピュータは、原画像データがなくても、各埋込関数を保持していさえすれば、識別情報埋込済画像データから識別情報を抽出することができる。そして、この埋込関数は、様々な原画像データに対して共通に用いられ得る。従って、保存・管理すべきデータの総量が、従来のものに比して、大幅に少なくなる。

（埋込用コンピュータの構成）次に、埋込用コンピュータの具体的構成を説明する。図2は、この埋込用コンピュータのハードウェアのうち、原画像データへの識別情報埋込処理に係る構成のみを示した概略ブロック図である。図2に示すように、この埋込用コンピュータは、互いにバスBによって接続されたCPU1、入力用ディスク装置2、ROM3、出力用ディスク装置4を有している。

【0039】入力用ディスク装置2は、CPU1からの指示に応じて原画像データ21をCPU1に入力するハードディスク装置、フロッピーディスク装置、光磁気ディスク装置、等である。

【0040】埋込関数保持手段及びコンピュータ可読媒体としてのROM3は、CPU1にて実行される識別情報埋込プログラム31、識別情報32、及び埋込関数33を保持している読み出し専用メモリである。

【0041】CPU1は、埋込用コンピュータ全体の制

御を実行するプロセッサであり、ROM3から読み出した識別情報埋込プログラム31を実行することによって、その内部に直交変換処理部11、係数抽出処理部12、係数置換部13、係数埋込部14、及び逆直交変換部15を展開し、図3に概略を示す識別情報埋込処理を実行する。なお、図2における点線は、CPU1内におけるデータの流れを示している。

【0042】直交変換手段としての直交変換処理部11は、入力用ディスク装置2から読み出した $N \times M$ 画素の原画像データ21に対して上述した直交変換処理を実行して、基底関数の $N \times M$ 個の組合せに対する重み係数を夫々算出する。この $N \times M$ 個の重み係数は、原画像と同じく $N \times M$ 個のマトリックスを形成する。この重み係数のマトリックスを、以下、便宜上「係数分布画像データ」という。直交変換処理部11は、この係数分布画像データを、係数抽出処理部12及び係数埋込部14へ夫々通知する。

【0043】係数抽出処理部12は、直交変換処理部11から通知された係数分布画像データから、識別情報の各信号を埋め込むべきL個の重み係数を抽出して、係数置換部13へ通知する。

【0044】係数置換手段としての係数置換部13は、ROM3から識別情報32及び埋込関数33を読み込む。そして、識別情報32の各信号毎に、埋込関数33を逆算して、その信号の値を出力値とする埋込関数33の全ての入力値を求める。そして、求められた入力値の中から、係数抽出処理部12から通知された対応する重み係数の値との差が最も小さくなるものを特定し、当該係数の書換値として係数埋込部13に通知する。

【0045】係数置換手段としての係数埋込部14は、直交変換処理部11から受け取った係数分布画像データ中の係数置換部13から通知された書換値に対応する重み係数の値を、この書換値によって上書きする。

【0046】逆緒項変換手段としての逆直交変換部15は、係数埋込部14から受け取った $N \times M$ 個の重み係数に対して、逆直交変換を実行する。この逆直交変換部15は、識別情報埋込済画像の各画素毎に、直交変換処理部11において用いられた基底関数の各組合せに対応する重み係数とその画素の位置に対する各基底関数の値との積の総和を計算し、その画素の輝度値を求める。逆直交変換部15は、このようにして輝度を求めた各画素からなる識別情報埋込済画像51を、出力用ディスク装置4に送り出す。

【0047】出力用ディスク装置4は、CPU1から渡された識別情報埋込済画像データ41が書き込まれるハードディスク装置、フロッピーディスク装置、光磁気ディスク装置、等である。

【0048】図3は、識別情報埋込プログラム31を読み込んだCPU1によって実行される識別情報埋込処理の内容を示すフローチャートである。この識別情報埋込

処理は、埋込用コンピュータに接続された図示せぬキーボードを介して識別情報埋込コマンドが入力されることを契機にスタートする。この識別情報埋込処理がスタートした後最初に実行される S 0 0 1 では、CPU 1 は、識別情報 3 2 をなす L 個の信号 S_i [$i = 1 \sim L$] を、ROM 3 から読み込む。

【0049】次の S 0 0 2 では、CPU 1 は、L 個の埋込関数 3 3 ($f_i(x)$ [$i = 1 \sim L$]) を ROM 3 から読み込む。次の S 0 0 3 では、CPU 1 は、 $N \times M$ 画素の原画像データを、入力用ディスク装置 2 から読み込む。

【0050】次の S 0 0 4 では、CPU 1 は、S 0 0 3 にて読み込んだ原画像データ全体に対して上述した直交変換処理を施して、 $N \times M$ ドットの係数分布画像データを生成する。

【0051】次の S 0 0 5 では、CPU 1 は、S 0 0 4 にて生成された係数分布画像データを構成する各重み係数の中から、S 0 0 1 にて読み込んだ識別情報の各信号 S_i [$i = 1 \sim L$] に対応する位置にある重み係数 C_i [$i = 1 \sim L$] を選択する。

【0052】次の S 0 0 6 では、CPU 1 は、処理対象の重み係数 C_i を特定するための変数 i を、初期設定して“1”とする。次に、CPU 1 は、S 0 0 7 乃至 S 0 1 0 のループ処理を実行する。このループに入ってから最初の S 0 0 7 では、CPU 1 は、処理対象の重み係数 C_i に対応する識別情報の信号 S_i 及び埋込関数 $f_i(x)$ に基づいて、 $f_i(c_{ik}) = S_i$ の関係を満たす K_i 個の解 c_{ik} ($1 \leq k \leq K_i$) を求める。ここに、上記 i 番目の信号 S_i に対応して用意された埋込関数 $f_i(x) = S_i$ の解 c_{ik} の個数は、 K_i であると定義される。

【0053】次の S 0 0 8 では、CPU 1 は、S 0 0 4 にて生成された係数分布画像データ中の処理対象の重み係数 C_i を値を、S 0 0 7 にて求められた各解 c_{ik} 中最も当該重み係数 C_i に近いものの値に書き換える。

【0054】次の S 0 0 9 では、CPU 1 は、変数 i が L に達したか否か、即ち、識別情報を構成する全ての信号に対して S 0 0 7 及び S 0 0 8 の処理を実行したか否かをチェックする。そして、未だ変数 i が L に達していなければ、S 0 1 0 にて変数 i をインクリメントした後で、処理を S 0 0 7 に戻す。

【0055】これに対して変数 i が L に達していれば、CPU 1 は、S 0 1 1 において、S 0 0 8 での書換のなされた係数分布画像に対して上述した逆直交変換を施して、 $N \times M$ ドットの識別情報埋込済画像データを生成する。

【0056】次の S 0 1 2 では、CPU 1 は、S 0 1 1 にて生成した識別情報埋込済画像データを出力用ディスク装置 4 に書き込む。以上により、CPU 1 は、埋込処理を終了する。

(抽出用コンピュータの構成) 次に、抽出用コンピュータの具体的構成を説明する。図 4 は、この抽出用コンピ

ュータのハードウェアのうち、識別情報埋込済画像データからの識別情報抽出処理に関する構成のみを示した概略ブロック図である。図 4 に示すように、この抽出用コンピュータは、互いにバス B によって接続された CPU 1、入力用ディスク装置 2、ROM 3、及び出力装置 5 を有している。即ち、抽出用コンピュータのハードウェア構成は、埋込用コンピュータのハードウェア構成と同一であり、唯 ROM 3 内に識別情報抽出プログラム 3 4 が格納されている点、及び、出力用ディスク装置 4 が必須でなく出力装置 5 が必須である点のみが異なる。従って、ROM 3 内に識別情報埋込プログラム 3 1 及び識別情報抽出プログラム 3 4 の双方が格納されているとともに、出力用ディスク装置 4 及び出力装置 5 がバス B に接続されていれば、一台のコンピュータを埋込用コンピュータ及び抽出用コンピュータとして機能させることができる。

【0057】図 4 において、入力用ディスク装置 2 は、CPU 1 からの指示に応じて処理対象画像データ (識別情報埋込済画像データ) 2 2 を CPU 1 に入力するハードディスク装置、フロッピーディスク装置、光磁気ディスク装置、等である。

【0058】埋込関数保持手段及びコンピュータ可読媒体としての ROM 3 は、CPU 1 にて実行される識別情報抽出プログラム 3 4、及び埋込関数 3 2 を保持している読み出し専用メモリである。この埋込関数 3 2 は、埋込用コンピュータのものと全く同一である。

【0059】CPU 1 は、抽出用コンピュータ全体の制御を実行するプロセッサであり、ROM 3 から読み出した識別情報抽出プログラム 3 4 を実行することによって、その内部に直交変換処理部 1 6、係数抽出処理部 1 7、及び識別情報算出部 1 8 を展開し、図 5 に概略を示す識別情報抽出処理を実行する。なお、図 4 における点線は、CPU 1 内におけるデータの流れを示している。

【0060】直交変換手段としての直交変換処理部 1 6 は、入力用ディスク装置 2 から読み出した $N \times M$ 画素の処理対象画像データ 2 2 に対して上述した直交変換処理を実行して、基底関数の $N \times M$ 個の組合せに対する重み係数を夫々算出する。そして、 $N \times M$ 個の重み係数からなる係数分布画像データを、係数抽出処理部 1 7 へ通知する。

【0061】取出手段としての係数抽出処理部 1 7 は、直交変換処理部 1 6 から通知された係数分布画像データから、識別情報の各信号が埋込込まれている可能性のある L 個の重み係数を抽出して、識別情報算出部 1 8 へ通知する。

【0062】算出手段としての識別情報算出部 1 8 は、ROM 3 から埋込関数 3 3 を読み込む。そして、係数抽出処理部 1 7 から通知された各重み係数毎に、埋込関数 3 3 の出力値を求める。そして、求められた各出力値を、その出力値に対応する重み係数の係数分布画像デー

タ中での配列に従って配列して、出力装置5に対して出力する。

【0063】出力装置5は、CPU1から渡されたL個の出力値を表示するディスプレイ装置又は出力値を印字するプリンタ等である。図5は、識別情報抽出プログラム34を読み込んだCPU1によって実行される識別情報抽出処理の内容を示すフローチャートである。この識別情報抽出処理は、抽出用コンピュータに接続された図示せぬキーボードを介して識別情報抽出コマンドが入力されることを契機にスタートする。

【0064】この識別情報抽出処理がスタートした後最初に実行されるS101では、CPU1は、L個の埋込関数 $f_i(x)$ [$i=1\sim L$]をROM3から読み込む。

【0065】次のS102では、CPU1は、 $N\times M$ 画素の処理対象画像データを、入力用ディスク装置2から読み込む。次のS103では、CPU1は、S102にて読み込んだ処理対象画像データ全体に対して上述した直交変換処理を施して、 $N\times M$ ドットの係数分布画像データを生成する。

【0066】次のS104では、CPU1は、S103にて生成された係数分布画像データを構成する各重み係数の中から、埋込コンピュータにおける識別情報32の各信号 S_i [$i=1\sim L$]に対応する位置にある重み係数 C_i [$i=1\sim L$]を選択する。

【0067】次のS105では、CPU1は、処理対象の重み係数 C_i を特定するための変数 i を、初期設定して“1”とする。次に、CPU1は、S106乃至S108のループ処理を実行する。このループに入ってから最初のS106では、CPU1は、処理対象の重み係数 C_i に対応する埋込関数 $f_i(x)$ の C_i に対する出力値 S_i を求める。

【0068】次のS107では、CPU1は、変数 i がLに達したか否か、即ち、識別情報が埋め込まれている可能性のある全ての重み係数に対してS106の処理を実行したか否かをチェックする。そして、未だ変数 i がLに達していなければ、S108にて変数 i をインクリメントした後で、処理をS106に戻す。

【0069】これに対して変数 i がLに達していれば、CPU1は、S109において、S106にて求められた全ての出力値 S_i [$i=1\sim L$]を、対応する各重み係数 C_i [$i=1\sim L$]の係数分布画像データ内での配列通りに並べて出力装置5に出力する。その結果、出力装置5は、S102にて読み込んだ処理対象画像データが識別情報埋込済画像データであれば、識別情報に対応するデータを表示又は印字することができる。

【0070】なお、本実施形態に用いられる直交変換としては、2次元離散コサイン変換(2次元DCT)、2次元離散サイン変換(2次元DST)、又は、2次元アダマール変換を採用することができる。次に、直交変換

として2次元DCTを採用した場合における識別情報埋込処理及び識別情報抽出処理の具体的処理内容を、実施例1として以下に説明する。

【0071】

【実施例1】この実施例1では、原画像データは、図10(a)に示すように、 $N\times N$ (但し、 $N>8$)画素から構成されとする。また、原画像データの各画素の輝度値は、0~255のグレースケールであるとする。また、識別情報は、図10(d)に示すように、 8×8 個の各画素に白の輝度値(255)又は黒の輝度値

(0)を選択的に付与して欧文字「F」を表した画像データ(以下、「署名画像データ」という)であるとする。これに伴い、識別情報埋込済画像データを「署名画像埋込済画像データ」と云うものとする。また、2次元DCTによって得られる重み係数は、原画像データにおける各周波数成分の強度(振幅)に対応するので、上述した「係数分布画像データ」を便宜上「周波数分布画像データ」というものとする。また、埋込関数としては、各重み係数に対して共通に適用される唯一つの関数 f

(x)、即ち、図10(e)のグラフに示される鋸歯状に連続した周期関数が、用意されているものとする。

(識別情報埋込処理)図6及び図8は、実施例1による識別情報埋込処理を示すフローチャートである。

【0072】この識別情報埋込処理がスタートした後最初に実行される図6のS201では、CPU1は、署名画像データ $S(i,j)$ [$i=0\sim 7, j=0\sim 7$]を、ROM3から読み込む。

【0073】次のS202では、CPU1は、埋込関数 $f(x)$ をROM3から読み込む。次のS203では、CPU1は、 $N\times N$ 画素の原画像データを、入力用ディスク装置2から読み込む。

【0074】次のS204では、CPU1は、S203にて読み込んだ原画像データ全体に対して2次元DCTを施して、図10(b)に示す様な $N\times N$ ドットの周波数分布画像データを生成する。具体的には、このS204では、CPU1は、図7に示す2次元DCT処理サブルーチンを実行する。

【0075】この2次元DCT処理サブルーチンに入ってから最初のS301では、CPU1は、算出対象重み係数 $C(i,j)$ の周波数分布画像データ中での列(0を最左とする)を示す変数 i を、初期化して“0”とする。

【0076】次のS302では、CPU1は、変数 x の関数 $W_i(x)$ を、下記式(2)に示す通り設定する。ここで変数 x は、原画像データ中における各画素の列(0を最左とする)に対応している。

【0077】

【数2】

$$W_0(x) = \sqrt{\frac{1}{N}} \quad \dots\dots (2)$$

【0078】次のS303では、CPU1は、算出対象

19

重み係数 $C(i, j)$ の周波数分布画像データ中での行(0を最上とする)を示す変数 j を、初期化して“0”とする。次のS304では、CPU1は、変数 y の関数 $W_j(y)$ を、下記式(3)に示す通り設定する。ここで変数 y は、原画像データ中における各画素の行(0を最上とする)に対応している。

【0079】

【数3】

$$W_0(y) = \sqrt{\frac{1}{N}} \quad \dots\dots (3)$$

* 10

$$C(i, j) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} G(x, y) \cdot W_i(x) \cdot W_j(y) \quad \dots\dots (4)$$

【0082】次のS306では、CPU1は、現時点における変数 j の値が $(N-1)$ に達しているかどうかをチェックする。そして、未だ変数 j の値が $(N-1)$ に達していない場合には、CPU1は、S307において、変数 j をインクリメントする。続いて、CPU1は、S308において、現時点での変数 j を下記式(5)に代入し、変数 y の新たな関数 $W_j(y)$ として設定し直す。

【0083】

【数5】

$$W_j(y) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{\pi(2y+1)}{2N} \quad \dots\dots (5)$$

【0084】CPU1は、その後で、処理をS305に戻し、次の行に存する重み係数 $C(i, j)$ を算出する。こ ※

$$W_i(x) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{\pi(2x+1)}{2N} \quad \dots\dots (6)$$

【0086】CPU1は、その後で、処理をS303に戻し、次の列に存する重み係数 $C(i, j)$ を算出する。これに対して、現時点における変数 i の値が $(N-1)$ に達しているとS309にて判定した場合には、CPU1は、周波数分布画像データを構成する全ての重み係数が算出されたと判断して、このサブルーチンを終了して、処理を図6のメインルーチンに戻す。

【0087】処理が戻された図6のメインルーチンにおいては、S204の完了後、処理がS205へ進められる。このS205以降S212までの処理は、図10

(b)乃至(g)に示される様に、周波数分布画像データ(図10(b))中のDC成分を示す領域及び底周波数成分を示す領域($i=0\sim7$ 且つ $j=0\sim7$ の領域)

(図10(c))を取り出して、この領域に署名画像データを埋め込むための処理である。このようにDC成分を示す重み係数及び低周波成分を示す重み係数のみに署名画像データを埋め込むようにしたのは、DC成分及び低周波成分の多少の変動は、署名画像埋込済画像データの画質に与える影響が小さいからである。

【0088】S205では、CPU1は、取出対象重み係数 $C(i, j)$ の周波数分布画像データ中での列、及び、署名画像中の参照対象画素 $S(i, j)$ の列を示す変数 i

20

*【0080】次のS305では、CPU1は、現時点において設定されている両関数 $W_i(x)$ 、 $W_j(y)$ と原画像データに含まれる各画素の輝度値 $G(x, y)$ とに基づいて下記式(4)を実行し、算出された級数を、現在の変数 i 及び j によって特定される重み係数 $C(i, j)$ の値とする。

【0081】

【数4】

※れに対して、現時点における変数 j の値が $(N-1)$ に達しているとS306にて判定した場合には、CPU1は、処理をS309に進める。このS309では、CPU1は、現時点における変数 i の値が $(N-1)$ に達しているかどうかをチェックする。そして、未だ変数 i の値が $(N-1)$ に達していない場合には、CPU1は、S310において、変数 i をインクリメントする。続いて、CPU1は、S311において、現時点での変数 i を下記式(6)に代入し、変数 x の新たな関数 $W_i(x)$ として設定し直す。

【0085】

【数6】

を、初期化して“0”とする。

【0089】次のS206では、CPU1は、取出対象重み係数 $C(i, j)$ の周波数分布画像データ中での行、及び、署名画像中の参照対象画素 $S(i, j)$ の行を示す変数 j を、初期化して“0”とする。

【0090】次のS207では、CPU1は、ROM3から署名画像データ(図10(d))及び埋込関数 $f(x)$ (図10(e))を読み出して、現時点における変数 i 及び変数 j によって特定される署名画像データ中の参照対象画素 $S(i, j)$ の輝度値を出力値とする埋込関数 $f(x)$ の全入力値 c_{ijk} を求める。即ち、 $f(c_{ijk}) = S(i, j)$ を満たす K_{ij} 個の解 c_{ijk} ($1 \leq k \leq K_i$)を、全て求める。ここで、 $f(c_{ijk}) = S(i, j)$ に対する解 c_{ijk} の個数は K_{ij} 個と定義される。

【0091】次のS208では、CPU1は、S207にて求められた全入力値 c_{ijk} のうち、現時点における変数 i 及び変数 j によって特定される取出対象重み係数 $C(i, j)$ の値に最も近いものを選択する。そして、現時点における変数 i 及び変数 j によって特定される取出対象重み係数 $C(i, j)$ の値を、選択された入力値 c_{ijk} に置き換える(図10(f)参照)。

【0092】次のS209では、CPU1は、現時点における変数jの値が“7”に達しているかどうかをチェックする。そして、未だ変数jの値が“7”に達していない場合には、CPU1は、S210において変数jをインクリメントした後で、次の行の重み係数C(i, j)を置換するために、処理をS207へ戻す。

【0093】これに対して、現時点における変数jの値が“7”に達しているとS209にて判定した場合には、CPU1は、処理をS211に進める。このS211では、CPU1は、現時点における変数iの値が“7”に達しているかどうかをチェックする。そして、未だ変数iの値が“7”に達していない場合には、CPU1は、S212において変数iをインクリメントした後で、次の列の重み係数C(i, j)を置換するために、処理をS206へ戻す。

【0094】これに対して、現時点における変数iの値が“7”に達しているとS211にて判定した場合には、CPU1は、処理をS213へ進める。このS213では、CPU1は、S208にて値が置換された重み係数C(i, j)を含む周波数分布画像データ(図10(g))全体に対して2次元逆DCTを施して、図10(h)に示す様なN×Nドットの署名画像埋込済画像データを生成する。具体的には、このS213では、CPU1は、図8に示す2次元逆DCT処理サブルーチンを実行する。

【0095】この2次元逆DCT処理サブルーチンに入って最初のS401では、CPU1は、この処理に用いられる関数を、下記式(7)～(10)の通り定義する。

【0096】

【数7】

$$W_0(x) = \sqrt{\frac{1}{N}} \quad \dots\dots (7)$$

$$W_i(x) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{\pi(2x+1)}{2N} i \quad \dots\dots (8)$$

$$W_0(y) = \sqrt{\frac{1}{N}} \quad \dots\dots (9)$$

$$W_j(y) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{\pi(2y+1)}{2N} j \quad \dots\dots (10)$$

【0097】次のS402では、CPU1は、算出対象画素R(x, y)の署名画像埋込済画像データ内での列(0を最左とする)を示す変数xを、初期化して“0”とする。

【0098】次のS403では、CPU1は、算出対象画素R(x, y)の署名画像埋込済画像データ内での行(0を最上とする)を示す変数yを、初期化して“0”とする。

【0099】次のS404では、CPU1は、現時点での変数x及びyによって特定される署名画像埋込済画像データの画素R(x, y)の輝度値を算出する。具体的に

は、CPU1は、現時点での変数xの値をS401にて定義した式(8)の関数に代入するとともに、現時点での変数yの値をS401にて定義した式(10)の関数に代入する。その上で、CPU1は、上記代入を行った式(8)の関数及び式(10)の関数、並びに、S401にて定義した式(7)の関数及び式(9)の関数に基づいて、下記式(11)を実行し、算出された級数を、現在の変数x及びyによって特定される画素R(x, y)の輝度値とする。

【0100】

【数8】

$$R(x, y) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} C(i, j) \cdot W_i(x) \cdot W_j(y) \quad \dots\dots (11)$$

【0101】次のS405では、CPU1は、現時点における変数yの値が(N-1)に達しているかどうかをチェックする。そして、未だ変数yの値が(N-1)に達していない場合には、CPU1は、S406において変数yをインクリメントした後に、処理をS404へ戻し、次の行に存する画素R(x, y)の輝度値を算出する。

【0102】これに対して、現時点における変数yの値が(N-1)に達しているとS405にて判定した場合には、CPU1は、処理をS407へ進める。このS407では、CPU1は、現時点における変数xの値が(N-1)に達しているかどうかをチェックする。そして、未だ変数xの値が(N-1)に達していない場合には、CPU1は、S408において変数xをインクリメントした後に、処理をS403へ戻し、次の列に存する画素R(x, y)の輝度値を算出する。

【0103】これに対して、現時点における変数xの値が(N-1)に達しているとS407にて判定した場合には、CPU1は、署名画像埋込済画像データを構成する全ての画素の輝度値が算出されたと判断して、このサブルーチンを終了して、処理を図6のメインルーチンに戻す。

【0104】処理が戻された図6のメインルーチンにおいては、S213の完了後、処理がS214へ進められる。このS214では、CPU1は、N×N画素の署名画像埋込済画像データを、出力用ディスク装置4へ出力する。

(識別情報抽出処理) 図9は、実施例1による識別情報抽出処理を示すフローチャートである。

【0105】この識別情報埋込処理がスタートした後最初に実行される図9のS501では、CPU1は、埋込関数f(x)をROM3から読み込む。次のS502では、CPU1は、図11(a)に示すようなN×N画素の処理対象画像データを、入力用ディスク装置2から読み込む。

【0106】次のS503では、CPU1は、S502にて読み込んだ処理対象画像データ全体に対して2次元DCTを施して、図11(b)に示す様なN×Nドット

の周波数分布画像データを生成する。具体的には、このS503では、CPU1は、図7に示す2次元DCT処理サブルーチンを実行する。

【0107】次のS504以降S510までの処理は、図11(b)乃至(e)に示される様に、周波数分布画像データ(図11(b))中のDC成分を示す領域及び低周波数成分を示す領域($i=0\sim 7$ 且つ $j=0\sim 7$ の領域)(図11(c))を取り出して、この領域から署名画像データを抽出するための処理である。

【0108】S504では、CPU1は、取出対象重み係数 $C(i, j)$ の周波数分布画像データ中での列を示す変数 i を、初期化して“0”とする。次のS505では、CPU1は、取出対象重み係数 $C(i, j)$ の周波数分布画像データ中での行を示す変数 j を、初期化して“0”とする。

【0109】次のS506では、CPU1は、ROM3から埋込関数(図11(d)、図10(e)と同一)を読み出して、現時点における変数 i 及び変数 j によって特定される抽出対象重み係数 $C(i, j)$ の値を埋込関数 $f(x)$ に代入して、 i 列目・ j 行目の出力値 $S'(i, j)$ を算出する。

【0110】次のS507では、CPU1は、現時点における変数 j の値が“7”に達しているかどうかをチェックする。そして、未だ変数 j の値が“7”に達していない場合には、CPU1は、S508において変数 j をインクリメントした後で、次の行の出力値 S' を算出するために、処理をS506へ戻す。

【0111】これに対して、現時点における変数 j の値が“7”に達しているとS507にて判定した場合には、CPU1は、処理をS509に進める。このS509では、CPU1は、現時点における変数 i の値が“7”に達しているかどうかをチェックする。そして、未だ変数 i の値が“7”に達していない場合には、CPU1は、S510において変数 i をインクリメントした後で、次の列の出力値 $S'(i, j)$ を算出するために、処理をS505へ戻す。

【0112】これに対して、現時点における変数 i の値が“7”に達しているとS509にて判定した場合には、CPU1は、処理をS511へ進める。このS511では、CPU1は、S506にて算出された $i \times j$ ドットの出力値(輝度値)からなる画像データを出力装置5へ出力する。このとき、処理対象画像データが署名画像埋込済画像データであったならば、この画像データは、署名画像(図10(d))と同一の画像データ(図11(e))となる。

【0113】

【発明の効果】以上のように構成された本発明によれば、画像データの画質をあまり悪化させることなく、第三者からは識別不可能な形態で、原画像データに識別情報を埋め込むことができる。しかも、埋め込まれた識別情報は、原画像データ無しに抽出することが可能である。従って、画像データの権利者等は、原画像データを保存・管理する必要がないので、大容量の記憶装置を用意する必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の原理図

【図2】 本発明の第1の実施形態による埋込用コンピュータの概略構成を示すブロック図

【図3】 図2のCPU1にて実行される識別情報埋込処理の内容を示すフローチャート

【図4】 本発明の第1の実施形態による抽出用コンピュータの概略構成を示すブロック図

【図5】 図4のCPU1にて実行される識別情報抽出処理の内容を示すフローチャート

【図6】 実施例1による識別情報埋込処理の内容を示すフローチャート

【図7】 図6のS204にて実行される2次元DCT処理サブルーチンの内容を示すフローチャート

【図8】 図6のS213にて実行される2次元逆DCT処理サブルーチンの内容を示すフローチャート

【図9】 実施例1による識別情報抽出処理の内容を示すフローチャート

【図10】 実施例1による署名画像埋込処理の流れを示す説明図

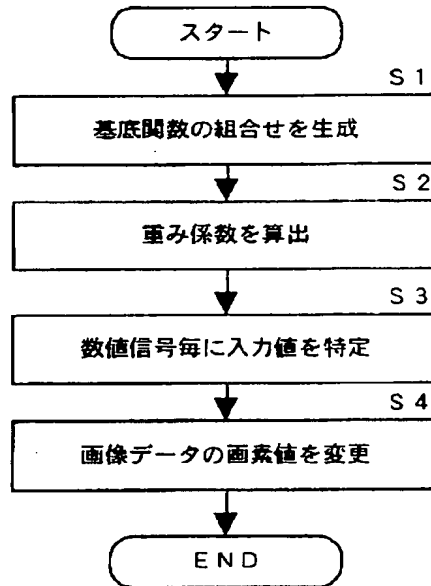
【図11】 実施例1による署名画像抽出処理の流れを示す説明図

【符号の説明】

- 1 CPU
- 2 入力用ディスク装置
- 3 ROM
- 4 出力用ディスク装置
- 5 出力装置
- 11 直交変換処理部
- 12 係数抽出処理部
- 13 係数置換部
- 14 係数埋込部
- 15 逆直交変換処理部
- 16 直交変換処理部
- 17 係数抽出処理部
- 18 識別情報算出部

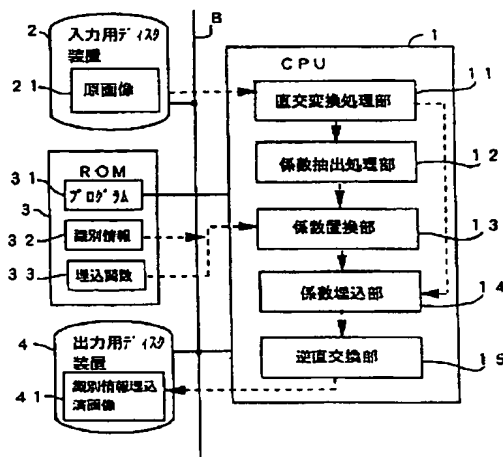
【図1】

本発明の原理図



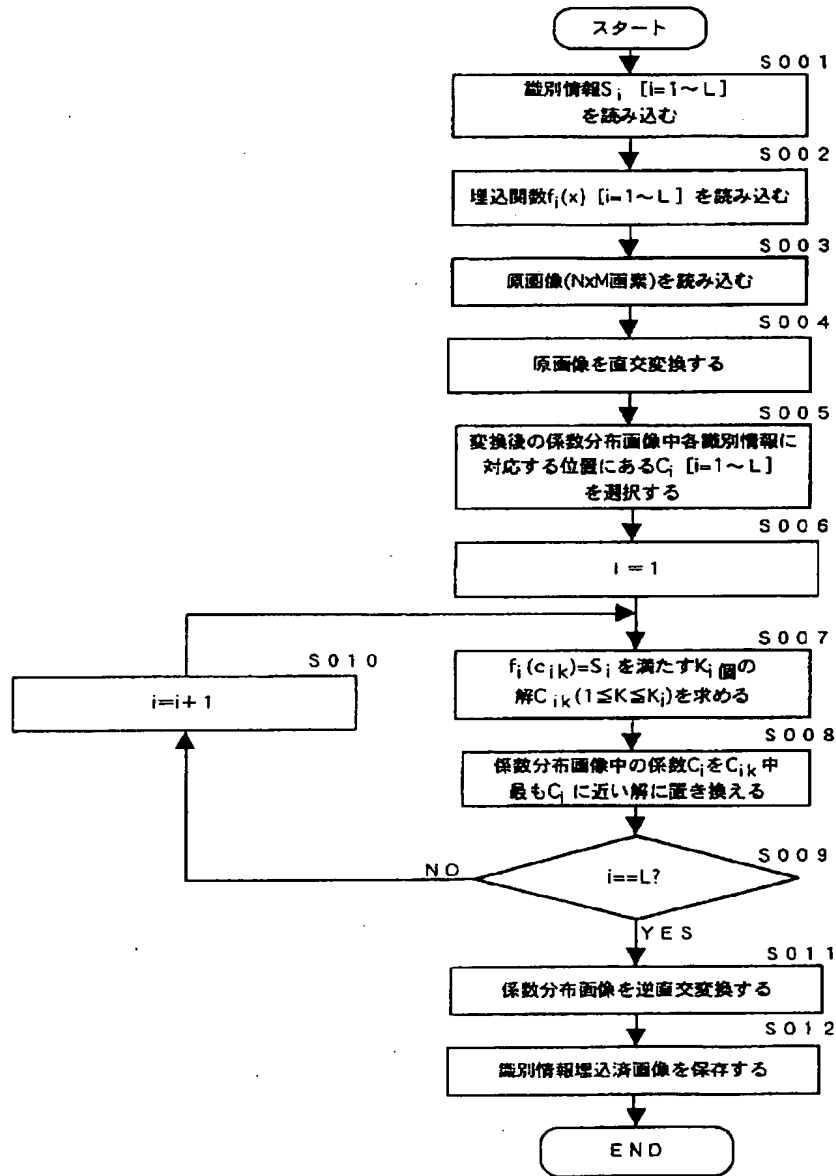
【図2】

本発明の第1の実施形態による埋込用コンピュータの概略構成を示すブロック図



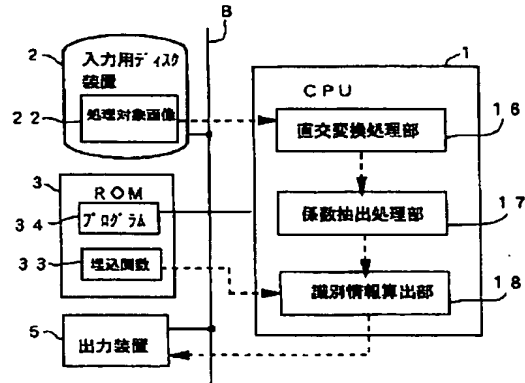
【図3】

図2のCPU1にて実行される鑑別情報埋込処理の内容を示すフローチャート



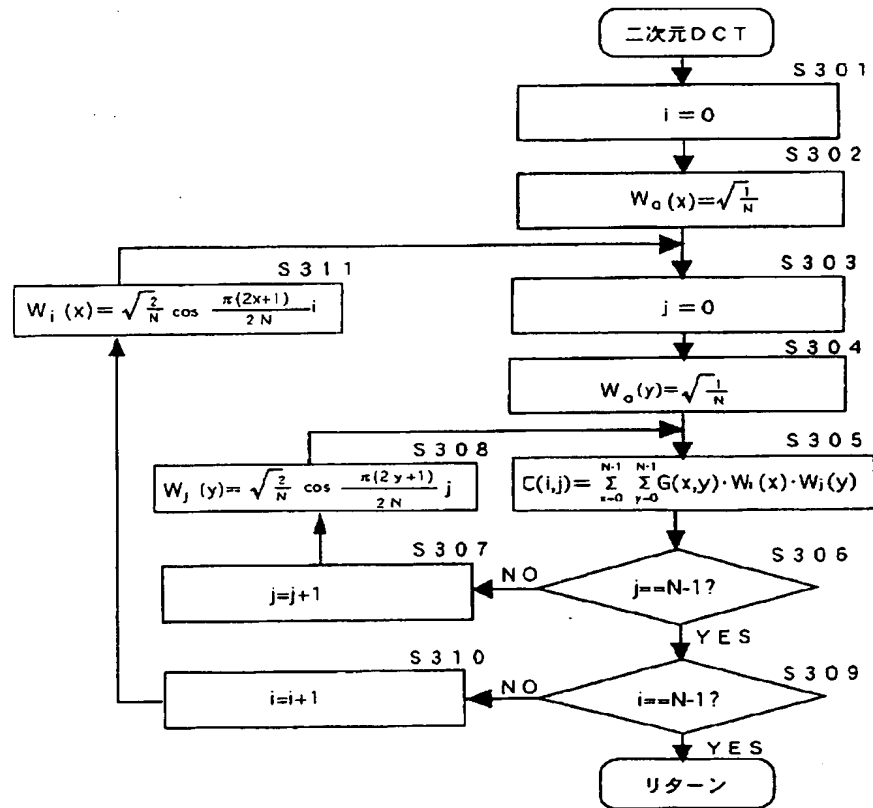
【図4】

本発明の第1の実施形態による抽出用コンピュータの概略構成を示すブロック図



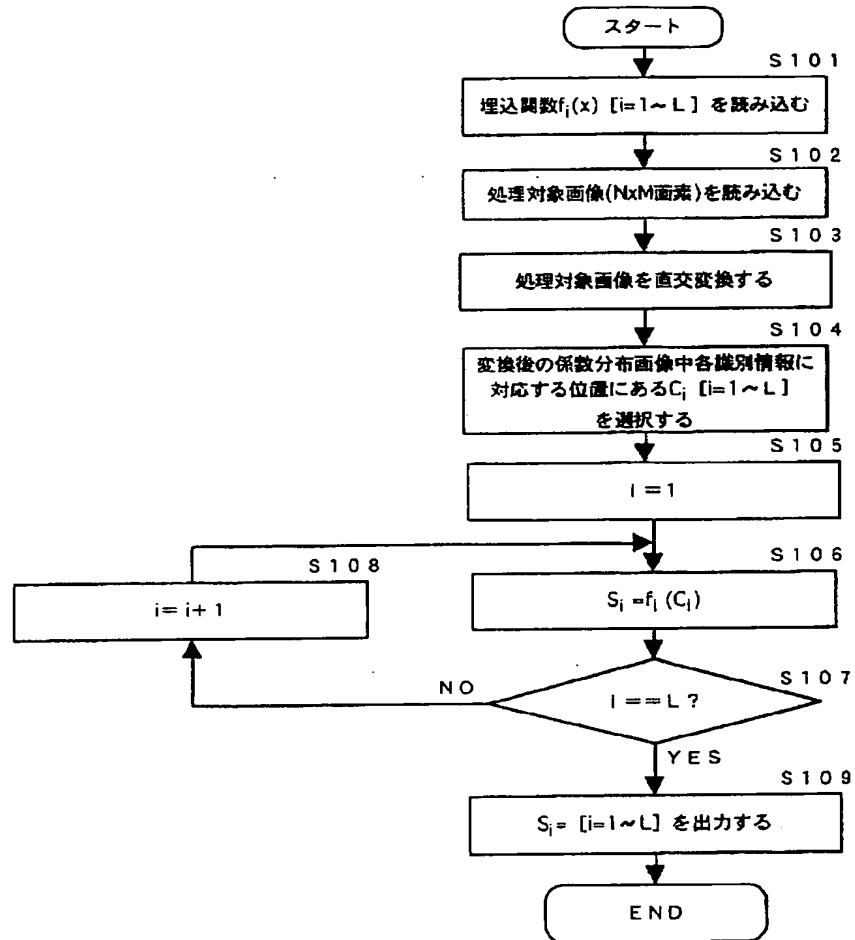
【図7】

図6のS204にて実行される2次元DCT処理サブルーチンの内容を示すフローチャート



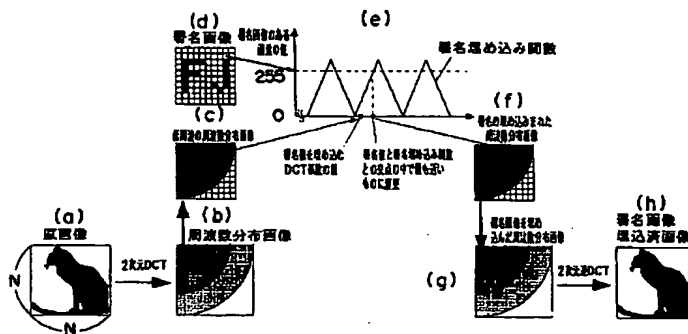
【図5】

図4のCPU1にて実行される識別情報抽出処理の内容を示すフローチャート



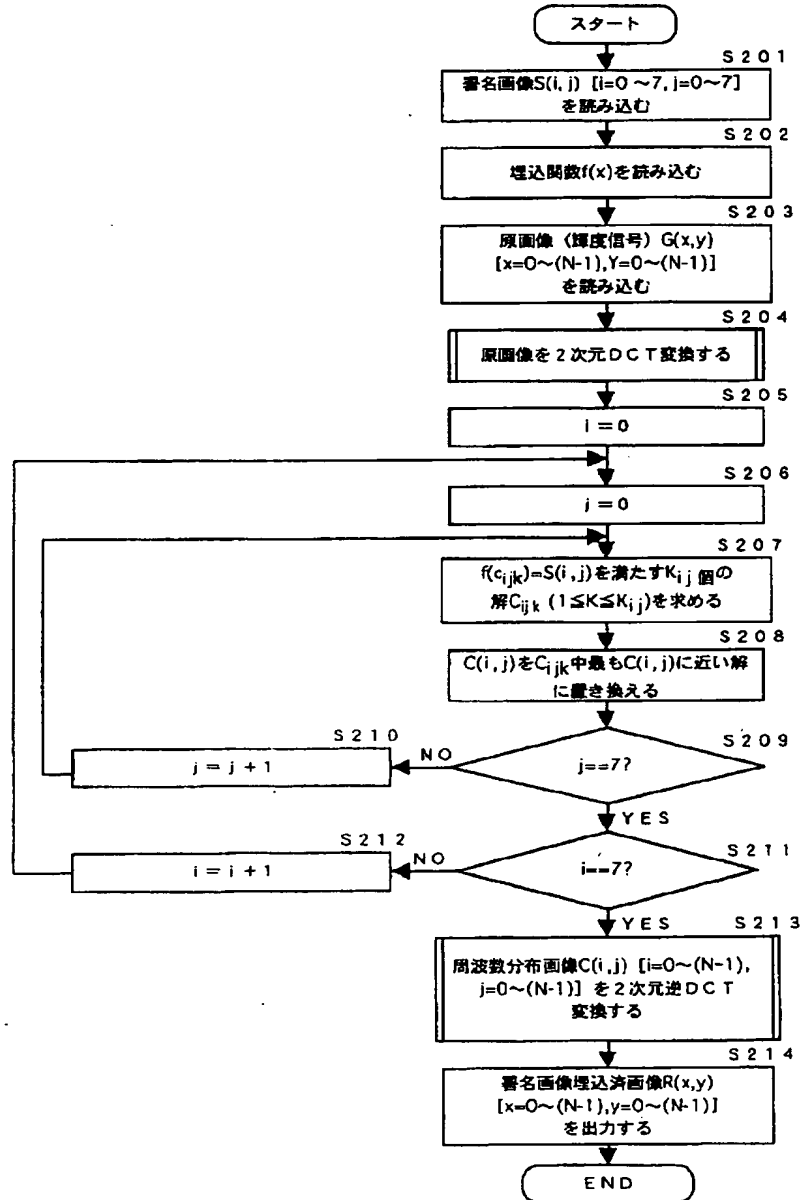
【図10】

実施例1による署名画像埋込処理の流れを示す説明図



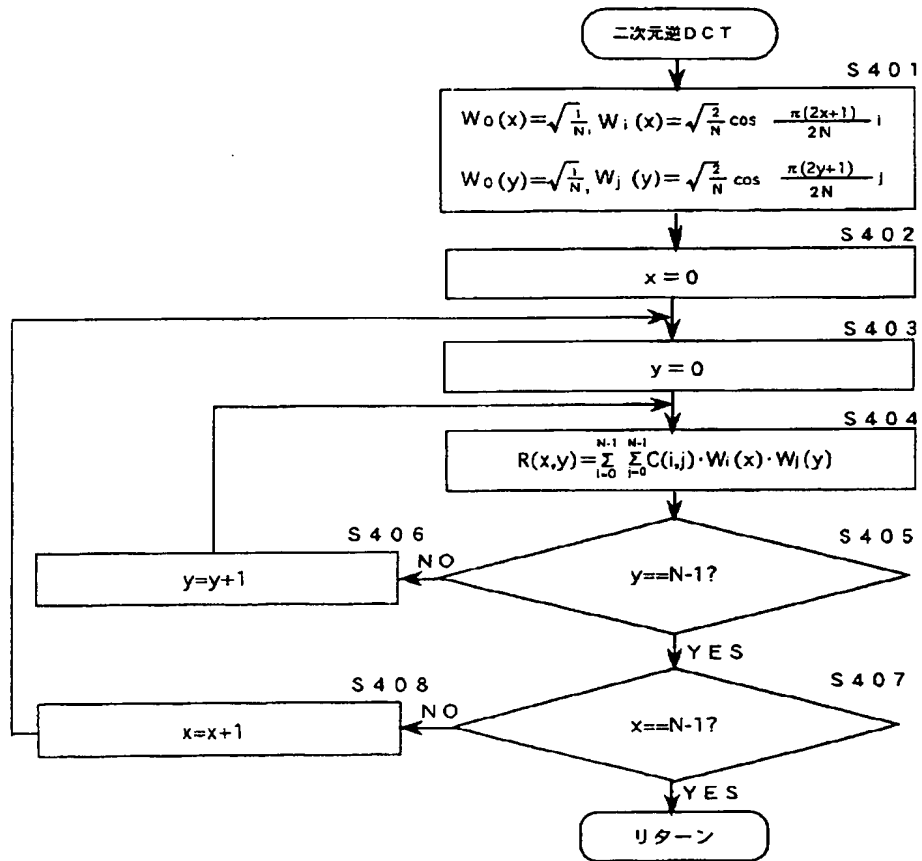
【図6】

実施例1による識別情報埋込処理の内容を示すフローチャート



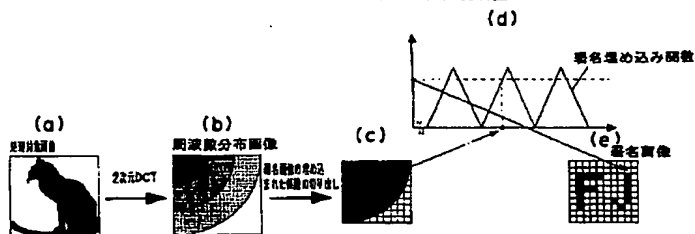
【図8】

図6のS213にて実行される2次元逆DCT処理サブルーチンの内容を示すフローチャート



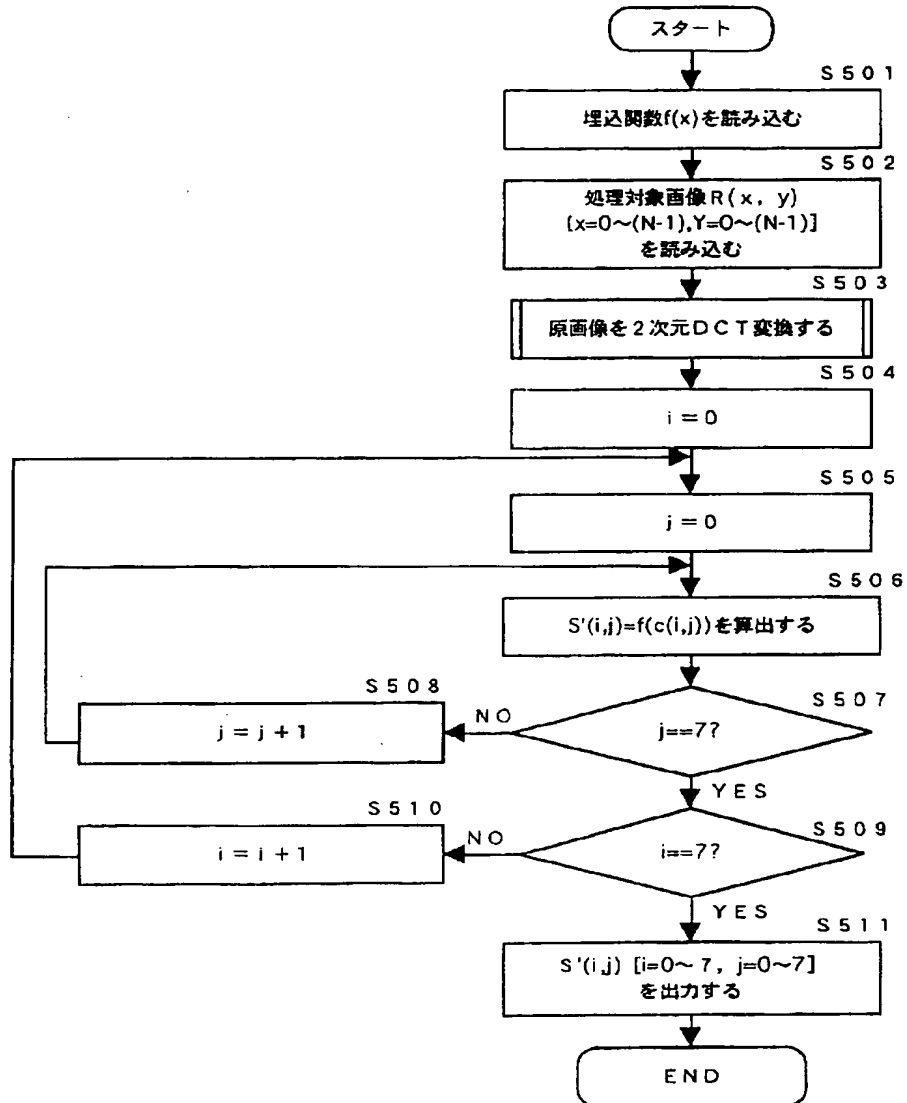
【図11】

実施例1による署名画像抽出処理の流れを示す説明図



【図9】

実施例1による識別情報抽出処理の内容を示すフローチャート



フロントページの続き

(72)発明者 多田 厚子
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

(72)発明者 森松 映史
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

(72)発明者 田中 孝一
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

- (54) 【発明の名称】 画像データへの識別情報埋め込み方法，識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出方法，画像データへの識別情報埋め込み装置，識別情報が埋め込まれた画像データからの識別情報抽出装置，及びコンピュータ可読媒体